

## Crescimento inicial do feijão-caupi após aplicação de herbicidas em pós-emergência<sup>1</sup>

### *Initial growth of cowpea-beans after application of post-emergence herbicides*

Hugo Falkyner Silva Bandeira<sup>2</sup>; José Maria Arcanjo Alves<sup>3</sup>; Paulo Roberto Ribeiro Rocha<sup>4</sup>; Anderson Strucker<sup>2</sup>; Luciana Baú Trassato<sup>2</sup>; Andresa de Jesus Vieira<sup>5</sup>

**Resumo** - Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância do feijão-caupi, cultivar BSR Aracê, a diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência, na fase inicial de crescimento das plantas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: haloxyfop (60 g ha<sup>-1</sup>), lactofen (180 g ha<sup>-1</sup>), chlorimuron-ethyl (17,5 g ha<sup>-1</sup>), bentazon (576 g ha<sup>-1</sup>), bentazon + imazamox (600 + 28 g ha<sup>-1</sup>), imazethapyr (100 g ha<sup>-1</sup>), fomesafen (250 g ha<sup>-1</sup>), quizalofop-P-ethyl (62,5 g ha<sup>-1</sup>), lactofen + quizalofop-P-ethyl (180 + 62,5 g ha<sup>-1</sup>), fomesafen + quizalofop-P-ethyl (250 + 62,5 g ha<sup>-1</sup>), e uma testemunha. Foram realizadas avaliações visuais de intoxicação, altura das plantas, massa seca foliar, da haste, raiz, massa seca total e área foliar. Os herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl causaram os menores danos ao desenvolvimento das plantas de feijão-caupi. O chlorimuron-ethyl provocou danos severos à cultura, interrompendo seu crescimento. As misturas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl provocaram os danos elevados à cultura, sendo que a mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl, promoveu a morte das plantas do feijão-caupi. Concluiu-se que o feijão-caupi cv. BRS Aracê têm tolerância aos herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl, e tolerância moderada ao formulado bentazon + imazamox e ao herbicida imazethapyr. As misturas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl potencializam o efeito dos herbicidas sobre a cultura do feijão-caupi. A mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl e o herbicida chlorimuron-ethyl provocam danos irreversíveis à cultura do feijão-caupi.

**Palavras-chaves:** controle químico; seletividade; tolerância à herbicida; *Vigna unguiculata*

**Abstract** - The objective of this work was to evaluate the tolerance of cowpea, BSR Aracê, to different herbicides applied in the post-emergence period, in the initial phase of plant growth. The experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, with four replications. The treatments evaluated were: haloxyfop (60 g ha<sup>-1</sup>), lactofen (180 g ha<sup>-1</sup>),

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 08/12/2016 e aceito em 24/03/2017.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre, Agência de Defesa Agropecuária do Estado de Roraima (ADERR), Departamento de Defesa Vegetal. Rua Cel. Mota, 1142 – Centro. CEP: 69.301-120, Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: hugo\_falkyner@hotmail.com; andersonstriicker@hotmail.com; luciana.trassato@hotmail.com.

<sup>3</sup> Prof. Titular do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: arcanjo.alves@ufrr.br.

<sup>4</sup> Prof. Adjunto do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: paulo.rocha@ufrr.br.

<sup>5</sup> Zootecnista, Universidade Federal de Roraima (UFRR). Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: andresaterminelles@hotmail.com.

chlorimuron-ethyl ( $17,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), bentazon ( $576 \text{ g ha}^{-1}$ ), bentazon + imazamox ( $600 + 28 \text{ g ha}^{-1}$ ), imazethapyr ( $100 \text{ g ha}^{-1}$ ), fomesafen ( $250 \text{ g ha}^{-1}$ ), quizalofop-P-ethyl ( $62,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), lactofen + quizalofop-P-ethyl ( $180 + 62,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), fomesafen + quizalofop-P-ethyl ( $250 + 62,5 \text{ g ha}^{-1}$ ) and a control. Were realized visual evaluations of intoxication, plant height, dry leaf mass, stem, root, total dry mass and leaf area. The herbicides haloxyfop and quizalofop-P-ethyl they caused minor damage to the development of cowpea plants. The chlorimuron-ethyl caused severe damage to the crop, interrupting their growth. The lactofen + quizalofop-P-ethyl and fomesafen + quizalofop-P-ethyl mixtures caused high damage to the culture, with lactofen + quizalofop-P-ethyl causing the plants to die at 21 DAAH. It was concluded that cowpea, cv. BRS Aracê, have tolerance to haloxyfop and quizalofop-P-ethyl herbicides, and moderate tolerance to imazethapyr and bentazon + imazamox. The lactofen + quizalofop-P-ethyl and fomesafen + quizalofop-P-ethyl mixtures showed a synergistic effect on bean cowpea. The lactofen + quizalofop-P-ethyl mixture and the chlorimuron-ethyl herbicide cause irreversible damage to the bean cowpea crop.

**Keywords:** chemical control; selectivity; herbicide tolerance; *Vigna unguiculata*

## Introdução

Antes vista apenas como cultura de subsistência, o feijão-caupi vem gerando cada vez mais interesse do mercado, o que reflete em mais pesquisas voltadas para a melhoria dos sistemas de produção (Teixeira et al., 2010; Freire Filho et al., 2011). No Brasil, a cultura apresenta uma baixa produtividade,  $401 \text{ kg ha}^{-1}$  (Embrapa, 2016), entretanto há relatos de resultados promissores, com produtividades superiores a  $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , com inserção de tecnologia que abrange o controle de pragas, manejo do solo, cultivares adaptadas e altamente produtivas, inoculação e o uso de irrigação adequada (Oliveira et al., 2011; Locatelli et al., 2014).

Entretanto o controle de plantas daninhas, principalmente em pós-emergência estão entre os fatores de maior limitação no cultivo do feijão-caupi (Freitas et al., 2009; Mancuso et al., 2016). A convivência com plantas daninhas causa danos significativos ao desenvolvimento da cultura, com perdas em produtividade podendo ser superiores a 90% (Matos et al., 1991; Freitas et al., 2009; Oliveira et al., 2010).

O uso de herbicidas constitui-se um dos principais componentes do manejo integrado de plantas daninhas, estes compostos apresentam

elevada eficácia de controle e redução de custos de produção (Oliveira et al., 2013). Entretanto, o controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi é limitado devido à escassez de trabalhos relacionados ao uso de herbicidas seletivos para essa cultura, além disso, ainda não há produtos registrados, o que impede a recomendação para o uso de herbicidas no campo (Silva et al., 2014; Brasil, 2016).

Fontes et al. (2010), relataram que o feijão-caupi, cv. BRS Guariba apresentou elevada tolerância ao uso do oxidiazon em pré-emergência. Ishaya et al. (2008), observaram que a mistura metolachlor + prometryn ( $1.250 + 800 \text{ g ha}^{-1}$ ) aplicada em pré-emergência não provocou sinais severos de injúrias sobre plantas de feijão-caupi cv. SAMPEA-7, não afetando a crescimento e a produtividade de grãos da cultura.

Dessa forma, é de suma importância a pesquisa de herbicidas que possam ser utilizados de forma segura na cultura do feijão-caupi, com o propósito de garantir produtividade satisfatória, com menor custo possível para o produtor. Herbicidas disponíveis no mercado, especialmente aqueles utilizados na cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), podem ser eficazes para o controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi, sem

comprometer a produção, porém existe pouca informação disponível sobre o assunto.

Tendo em vista a carência de informações sobre a tolerância do feijão-caupi a herbicidas aplicados isolados ou em misturas em tanque em pós-emergência, é de grande importância a realização de pesquisas, de modo a gerar informações que possa subsidiar a utilização destes compostos, de modo seguro na cultura. Assim objetivou-se com esse trabalho avaliar a tolerância do feijão-caupi, cultivar BRS Aracê, a diferentes herbicidas, na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

## Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Roraima (CCA-UFRR), em condições controladas de temperatura e umidade. Utilizou-se solo da camada 0-20 cm de um Latossolo Amarelo distrófico (Lad<sub>x</sub>), de textura média (areia: 663 g kg<sup>-1</sup>; argila: 252 g kg<sup>-1</sup> e silte: 85 g kg<sup>-1</sup>). A análise dos atributos químicos do solo apresentou os seguintes valores: pH (H<sub>2</sub>O) de 4,6; Matéria orgânica de 9,3 g kg<sup>-1</sup>; P (Mehlich 1): 0,45 mg kg<sup>-1</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 0,1 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 0,02 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup>: 0,06 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; H<sup>+</sup>+AL<sup>3+</sup>: 2,39 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; AL<sup>3+</sup>: 0,75 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; CTC<sub>t</sub> de 2,55 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V de 6,3% e m de 82,4%.

Após a coleta, foi feita incubação do solo por 30 dias, com o uso de calcário dolomítico PRNT 95%, para corrigir a acidez e elevar a saturação de base a 60%. Terminado o período de incubação foi preparado um substrato, com uma mistura de 75% de solo e 25% de esterco bovino curtido. Em seguida realizou-se o enchimento de vasos com capacidade volumétrica de 8 dm<sup>3</sup>. Para adequação do solo quanto à nutrição, foram aplicados em cada vaso, o equivalente a 20 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, 50 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (Melo e Zilli, 2009).

Cada vaso representou uma unidade experimental. Foram plantadas por vaso, cinco sementes do cultivar de feijão-caupi BRS Aracê, inoculadas com estirpes de rizóbio BR 3262 (oriundas da coleção de culturas da Embrapa-RR). O plantio foi realizado no dia 3 de abril de 2015, passado o período de germinação, foi realizado o desbaste deixando-se três plantas por vaso. As irrigações foram feitas diariamente, com 15 minutos de duração, ocorrendo as 08h00min, 12h30min e 16h15min, por sistema automático de microaspersão.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com onze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram no uso de oito herbicidas com diferentes ingredientes ativos, duas misturas de herbicidas indicados para o controle de plantas mono e dicotiledôneas e uma testemunha sem aplicação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Ingredientes ativos, produto comercial e respectivas dosagens dos herbicidas aplicados em pós-emergência nas plantas de feijão-caupi.

Ingrediente Ativo	Produto Comercial	Dose g i.a. ha <sup>-1</sup>
Haloxifop	Verdict, 120 g L <sup>-1</sup> de i.a., EC, Dow AgroSciences	60
Lactofen	Cobra, 240 g L <sup>-1</sup> de i.a., EC, Bayer	180
Chlorimuron-ethyl	Staron, 250 g kg <sup>-1</sup> de i.a., WG, CropChem	17,5
Bentazon	Basagran, 480 g L <sup>-1</sup> de i.a., SL, Basf	576
Bentazon + imazamox	Ampló, 600 g L <sup>-1</sup> de i.a. + 28 g L <sup>-1</sup> de i.a., SL, Basf	600 + 28
Imazethapyr	Imazethapyr Plus, 100 g L <sup>-1</sup> de i.a., SL, Nortox	100
Fomesafen	Flex, 250 g L <sup>-1</sup> de i.a., SL, Syngenta	250
Quizalofop-P-ethyl	Targa, 50 g L <sup>-1</sup> de i.a., EC, Bayer	62,5
Lactofen + quizalofop-P-ethyl	Cobra + Targa	180+62,5
Fomesafen + quizalofop-P-ethyl	Flex + Targa	250+62,5
Testemunha	-	-

A aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 14 de abril de 2015, aos 11 dias após o plantio (DAP) coincidindo com a fase V2 do feijão-caupi. Foi utilizado um pulverizador manual costal com pressão constante de 150 kPa, equipado com bicos contendo ponta tipo leque modelo TT-11002, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo, com velocidade de 1 m s<sup>-1</sup> e volume de calda de 180 L ha<sup>-1</sup>.

As avaliações visuais de intoxicação ocorreram aos 3; 6; 9; 12; 15; 18 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas (DAAH). Para quantificar a intoxicação nas plantas utilizou-se uma escala percentual de notas variando entre 0 (zero) a 100 (cem), em que 0 implicaria ausência de quaisquer injúrias e 100 a morte da planta (SBCPD, 1995). As avaliações de altura de planta ocorreram aos 0; 7; 14; 21 DAAH. Sendo essa variável resultante das médias das três plantas presentes em cada unidade experimental.

Aos 21 DAAH, posterior à última mensuração de altura, foi realizado o corte das plantas na base da haste, separando-se folhas, haste e raízes, sendo essas previamente lavadas para retirar o excesso de solo. Todas as amostras da parte aérea (haste, folhas) e raízes foram acondicionadas em sacos devidamente identificados e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Fitotecnia da Pós graduação (CCA-UFRR). Posteriormente com o uso do aparelho CID Bio-Science® modelo CI 202, foi mensurado a área foliar de cada parcela. Em seguida as amostras foram, colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, até atingir peso constante para determinação da massa seca.

Nas variáveis, avaliação de intoxicação e altura da planta, para a análise estatística, foi adotado o esquema em parcelas subdivididas, considerando os tratamentos (herbicidas) como fator primário, e o tempo como fator secundário. Os dados das variáveis: altura de planta, massa seca e área foliar, foram transformados em porcentagem relativa à testemunha. Posteriormente, foram submetidos à análise de

variância e as médias quando significativas foram agrupadas segundo critério de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro, por intermédio do programa estatístico SISVAR 5.3.

## Resultados e Discussão

Na primeira avaliação, aos 3 DAAH, foram constatados em todos os tratamentos sintomas visuais de intoxicação (Tabela 2). Os valores mais elevados foram observados com a aplicação das misturas quizalofop-P-ethyl + lactofen (86,25%) e quizalofop-P-ethyl + fomesafen (81,25%).

Os sintomas verificados nesses tratamentos foram de bronzeamento e murcha foliar. Com o decorrer das avaliações ocorreu o ressecamento do ápice das plantas tratadas com quizalofop-P-ethyl + lactofen. Esses tratamentos causaram paralização do crescimento, e a emissão de novas folhas ocorreu de forma pouco significativa, aos 21 DAAH as plantas estavam bastante debilitadas. Os herbicidas lactofen e fomesafen atuam como inibidores da Protox, os sintomas de intoxicação causados por estes herbicidas são lesões necróticas, comumente verificadas logo após a aplicação, podendo diminuir a severidade no decorrer do ciclo da cultura (Oliveira et al., 2013).

Silva et al. (2014) verificaram severa intoxicação com o uso de lactofen 170 g ha<sup>-1</sup> (aplicado aos 14 DAP) + fluazifop-p-butyl 120 g ha<sup>-1</sup> (aplicado aos 19 DAP), até os 21 DAAH sobre a cv. BRS Guariba. Foram observados sintomas de necrose severa nas áreas tratadas, no entanto, a gema apical não foi afetada, o que permitiu que as plantas emitissem novas folhas sadias, diferente do ocorrido com a cv. BRS Aracê deste trabalho, em que a aplicação da mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl, apresentou danos severos ao meristema apical, impedindo a retomada do desenvolvimento com emissão de folhas novas.

**Tabela 2.** Intoxicação de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Aracê aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 DAAH.

Tratamentos	Nível de intoxicação de plantas (%)						
	3	6	9	12	15	18	21
Haloxifop	17,75 Ab	5,50 Aa	2,00 Aa	2,00 Aa	2,00 Aa	1,25 Aa	2,25 Aa
Lactofen	63,25 Cb	59,50 Cb	56,25 Cb	51,25 Ca	48,25 Ca	44,25 Ca	38,75 Ca
Chlorimuron-ethyl	38,25 Ba	73,75 Db	80,75 Db	90,75 Dc	90,00 Dc	93,00 Ec	95,75 Ec
Bentazon	59,00 Cb	39,25 Bb	36,00 Ba	34,50 Ba	30,75 Ba	30,25 Ba	28,25 Ca
Bentazon + imazamox	48,75 Bc	36,00 Bb	31,75 Bb	30,25 Bb	26,50 Ba	20,50 Ba	18,00 Ba
Imazethapyr	27,50 Aa	36,50 Ba	36,00 Ba	32,50 Ba	32,50 Ba	30,00 Ba	30,50 Ca
Fomesafen	69,00 Cb	62,50 Cb	55,00 Cb	50,50 Ca	49,00 Ca	45,25 Ca	35,75 Ca
Quizalofop-P-ethyl	33,25 Bb	35,75 Bb	35,00 Bb	26,25 Ba	21,25 Ba	17,00 Ba	12,75 Ba
Lactofen + quizalofop-P-ethyl	86,25 Da	85,00 Da	85,00 Da	83,75 Da	83,25 Da	88,25 Ea	90,75 Ea
Fomesafen + quizalofop-P-ethyl	81,25 Db	72,5 Db	72,50 Db	57,50 Ca	52,25 Ca	46,50 Ca	53,25 Da
CV (%) da parcela	15,61						
CV (%) da subparcela	7,42						

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A severa intoxicação aos 21 DAAH com o uso da mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl na cv. BRS Aracê sugere o efeito sinérgico entre os herbicidas, visto que Silva et al. (2014) aplicaram os herbicidas lactofen + fluazifop-p-butyl em dias diferentes.

O herbicida chlorimuron-ethyl provocou danos progressivos na cv. BRS Aracê aos 3 DAAH a intoxicação foi de 38,25%. Por se tratar de um inibidor da ALS, o crescimento das plantas foi cessado, não ocorreu emissão de folhas ou crescimento da planta, com o decorrer das avaliações houve a morte apical, aos 21 DAAH a intoxicação foi de 95,75%. Entretanto o imazethapyr, inibidor da ALS, causou danos menos expressivos na cultura, 30,5% de intoxicação aos 21 DAAH.

Fernandes et al. (2012), verificaram que herbicida halosulfuron apresentou menores índices de fitotoxicidade, com 35% de intoxicação para o feijão-caupi. Considerando o herbicida como moderado seletivo para a cultura. Os valores descritos por Fernandes et al. (2012) são similares aos encontrados neste trabalho com o uso do imazethapyr, sendo ambos inibidores da ALS, porém de grupos químicos diferentes, mas que apresentaram comportamento similar de intoxicação durante as avaliações. A baixa toxicidade do halosulfuron também foi relatada por Silva et al. (2000).

Os herbicidas inibidores da ACCase proporcionaram os menores índices de intoxicação no feijão-caupi. Herbicidas do grupo químico aryloxyphenoxy-propionate, como o haloxifop e quizalofop-P-ethyl, bloqueiam a síntese de ácidos graxos por inibição da atividade de Acetil-CoA carboxilase (ACCase). Sendo que tipo de ACCase presente em dicotiledôneas é menos susceptível a ação desses herbicidas (Moreland, 1999).

A baixa intoxicação de inibidores da ACCase é corroborada por Fontes et al. (2013) e Silva et al. (2014) ambos relatam que não foram verificados sintomas de intoxicação com o uso de fluazifop-p-butyl, sobre as plantas de feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, não afetando nenhuma característica nas plantas, mostrando elevada seletividade. Entretanto Nina (2011) descreve que o fluazifop-p-butyl provocou sintomas leves de intoxicação até os 15 DAAH, resultado similar ao observado com o uso do quizalofop-P-ethyl.

O herbicida bentazon + imazamox causou 48,75% de intoxicação aos 3 DAAH. As folhas apresentaram redução da espessura do limbo foliar, com branqueamento que tendeu à transparência com posterior queda das folhas. Aos 21 DAAH as plantas apresentaram recuperação com sintomas visuais de intoxicação de 18,0%.



Os resultados quanto a resposta da cultura ao formulado bentazon + imazamox é corroborado por Linhares et al. (2014), em que tal tratamento, mesmo em dosagem mais elevada, promoveu leve amarelecimento nas folhas de feijão-caupi cv. BRS Guariba com total recuperação aos 15 DAAH. Outros autores também relataram tolerância da cultura em relação ao uso deste herbicida (Mesquita, 2011; Silva et al., 2014).

Todos os tratamentos causaram reduções na altura das plantas aos 7 e 14 DAAH. Entretanto na avaliação realizada aos 21 DAAH, os tratamentos haloxyfop, bentazon, bentazon + imazamox, imazethapyr e quizalofop-P-ethyl, não diferenciaram estatisticamente da testemunha (Tabela 3). Oliveira et al. (2013) constataram que a aplicação do fluazifop-p-butil não alterou a altura das plantas, assim como observado nesse trabalho.

**Tabela 3.** Altura das plantas de feijão-caupi, cv BRS Aracê, em porcentagem relativa à testemunha aos 0, 7, 14 e 21 DAAH.

Tratamentos	Altura da planta (%)			
	0	7	14	21
Haloxyfop	99,38 A a	71,86 B b	83,94 B b	98,36 A a
Lactofen	94,81 A a	59,74 C b	54,93 C b	52,39 B b
Chlorimuron-ethyl	99,93 A a	54,94 C b	25,44 D c	11,38 D d
Bentazon	99,91 A a	65,80 B b	71,02 B b	90,72 A a
Bentazon + imazamox	106,27 A a	69,34 B c	72,48 B c	86,33 A b
Imazethapyr	93,09 A a	74,71 B b	79,55 B b	97,86 A a
Fomesafen	93,44 A a	59,33 C b	52,93 C b	56,59 B b
Quizalofop-P-ethyl	109,92 A a	75,18 B b	75,48 B b	101,81 A a
Lactofen + quizalofop-P-ethyl	97,35 A a	58,51 C b	26,42 D c	28,77 C c
Fomesafen + quizalofop-P-ethyl	94,98 A a	55,60 C b	46,43 C b	46,34 B b
Testemunha	100 A a	100 A a	100 A a	100 A a
CV (%) da parcela	13,40			
CV (%) da subparcela	10,65			

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

O efeito dos herbicidas lactofen + quizalofop-P-ethyl e chlorimuron-ethyl foram de paralisação do crescimento das plantas. O chlorimuron-ethyl agiu de forma sistêmica, aos 7 DAAH reduziu em 45,06% o crescimento do feijão-caupi, e paralisou por completo o crescimento da cultura, que aos 21 DAAH, sem nenhum desenvolvimento apresentou uma altura 88,62% menor que o tratamento controle. Enquanto o tratamento lactofen + quizalofop-P-ethyl, agindo por contato, provocou a morte apical, impediu o crescimento das plantas de feijão-caupi logo aos 7 DAAH.

O valor em porcentagem relativa à testemunha de acúmulo de massa seca e área foliar do feijão-caupi estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que o tratamento haloxyfop, demonstrou valores elevados no

acúmulo de massa seca foliar (MSF), da haste (MSH), de raízes (MSR), massa seca total (MST) e área foliar (AF), com valores superiores ao da testemunha, não diferenciando estatisticamente da mesma, indicando ser um herbicida bastante seletivo para a cultura.

Os herbicidas quizalofop-P-ethyl, bentazon + imazamox e imazethapyr, apresentaram valores elevados de MSF, MSH, MSR, MST, porém inferiores aos do tratamento controle, mas indicando que a cultura apresenta tolerância ao uso desses herbicidas. Entretanto, considerando as demais variáveis analisadas, observa-se que apenas o quizalofop-P-ethyl e imazethapyr, demonstraram maior seletividade, sem prejudicar o desenvolvimento da cultura, com elevado acúmulo de massa seca e com baixa intoxicação das plantas.

**Tabela 4.** Massa seca foliar (MSF), da haste (MSH), de raízes (MSR), massa seca total (MST) e área foliar (AF) do feijão-caupi, em porcentagem relativa à testemunha, aos 21 DAAH.

Tratamentos	MSF	MSH	MSR	MST	AF
Haloxyfop	107,74 a	104,39 a	113,60 a	107,61 a	106,41 a
Lactofen	51,50 c	47,92 c	55,34 c	50,85 d	49,30 c
Chlorimuron-ethyl	19,14 e	15,14 d	28,62 d	19,61 f	13,83 e
Bentazon	60,24 c	69,25 b	56,73 c	63,17 c	77,85 b
Bentazon + imazamox	76,45 b	75,47 b	78,55 b	76,48 b	79,65 b
Imazethapyr	85,24 b	75,32 b	76,00 b	78,97 b	87,67 b
Fomesafen	56,21 c	45,51 c	49,33 c	50,16 d	49,85 c
Quizalofop-P-ethyl	72,07 b	80,51 b	88,75 b	79,33 b	75,70 b
Lactofen + quizalofop-P-ethyl	28,66 e	24,92 d	32,62 d	27,99 f	26,71 d
Fomesafen + quizalofop-P-ethyl	42,02 d	39,65 c	34,15 d	39,23 e	39,62 c
Testemunha	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	12,61	12,97	22,71	10,30	13,22

Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Linhares et al. (2014) observaram resultados promissores com o uso de bentazon + imazamox, os quais obtiveram incremento na área foliar e no índice de área foliar até aos 40 dias após emergência, embora os resultados também tenham sido inferiores ao da testemunha ao final do ciclo da cultura. A seletividade de inibidores da ACCase, como haloxyfop e quizalofop-P-ethyl, foram observados por Fontes et al. (2013), os autores relatam que com o uso do herbicida fluazifop-p-butyl a produtividade de grãos foi semelhante à da testemunha capinada.

Os herbicidas lactofen, bentazon e fomesafen ao final das avaliações, apresentaram valores intermediários de acúmulo de massa seca da parte aérea e raízes. Tais herbicidas provocaram injúrias que evoluíram para a morte e queda das folhas. A redução do tecido fotossintético, afeta o crescimento e desenvolvimento da planta e alterações na atividade fisiológica (fonte-dreno), o que influi diretamente no acúmulo de fotoassimilados pela cultura (Araújo e Deminiciis, 2009).

As folhas são responsáveis pela produção e distribuição da maior parte dos assimilados necessários para o desenvolvimento da planta (Mondal et al., 2011). O desfolhamento precoce resulta em retardamento do ciclo, redução de números de flores, vagens, influenciando negativamente na produção final de

grãos na cultura do feijão-caupi (Ibrahim et al., 2010).

Mancuso et al. (2016), obtiveram resultados satisfatórios de controle de plantas daninhas com a aplicação de fomesafen na fase inicial do feijão-caupi, cv. BRS Guariba e cv. BRS Nova Era. Embora tenha ocorrido fitotoxicidade, a população da cultura se manteve adequada, com produtividade de grãos semelhante ao da testemunha capinada. Entretanto, Linhares et al. (2014), constataram que o fomesafen influenciou negativamente o acúmulo de massa seca nos diferentes órgãos da planta, devido a intoxicação elevada reduzindo a área foliar e, consequentemente, a produtividade da cv. BRS Guariba.

Os dados apresentados na Tabela 4 demonstram não seletividade dos tratamentos chlorimuron-ethyl e lactofen + quizalofop-P-ethyl, para o feijão-caupi, cv. BRS Aracê, sendo os resultados de acúmulo de massa seca e área foliar, reflexo da intoxicação provocada por esses tratamentos. Devido à paralização do crescimento das plantas tratadas, observou-se que para o chlorimuron-ethyl, o acúmulo de MSF, MSH, MST e AF, tiveram as reduções superiores aos 80% e para o lactofen + quizalofop-P-ethyl, reduções superiores a 70% em relação ao tratamento controle.

Fernandes et al. (2012) concluíram que a utilização de halosulfuron (inibidor da ACCase) aplicado em pós-emergência em plantas de

feijão-caupi, cv. BRS Nova Era, não é uma opção adequada. Pois embora o tratamento não tenha reduzido o acúmulo de massa seca da planta, reduziu o número de grãos por vagens, massa de 100 grãos e produtividade, com perda de 700 kg ha<sup>-1</sup>, aproximadamente. Os resultados observados com a aplicação do chlorimuron-ethyl em pós-emergência, indicam a total impossibilidade no uso desse herbicida na cultura do feijão-caupi cv. BRS Aracê.

A cv. BRS Aracê apresentou resultados promissores quanto à tolerância aos herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl, o que possibilita a inclusão das moléculas para o controle de plantas daninhas de folha estreita. Os herbicidas imazethapyr e o formulado bentazon + imazamox, apresentaram bons resultados para a utilização no controle de plantas daninhas aumentando a possibilidade de controle de espécies mono e dicotiledôneas em pós-emergência.

A mistura entre as moléculas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl potencializam o efeito nocivos dos herbicidas sobre a cultura do feijão-caupi, demonstrando a incompatibilidade no uso desses herbicidas em mistura de tanque para o controle de plantas daninhas em pós-emergência da cultura. O herbicida chlorimuron-ethyl provocou danos irreversíveis à cultura do feijão-caupi, concluindo, portanto que a cultura não tolera a ação dessa molécula de herbicida.

## Conclusões

O feijão-caupi cv. BRS Aracê têm tolerância aos herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl. A cultivar BRS Aracê tem tolerância moderada ao formulado bentazon + imazamox e ao herbicida imazethapyr.

As misturas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl potencializam o efeito dos herbicidas sobre a cultura do feijão-caupi. A mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl e o herbicida chlorimuron-ethyl provocam danos irreversíveis a cultura do feijão-caupi.

## Referências

- Araújo, S.A.C.; Deminiciis, B.B. Revisão: Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v.7, n.4, p.463-472, 2009.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- Embrapa Arroz e Feijão. **Dados de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e de arroz (*Oryza sativa* L.), extratificados por safras e sistema de plantio, no Brasil, Regiões e Estados da Federação**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em 20 abril 2016.
- Fernandes, C.P.C.; Braz, A.J.B.F.; Procópio, S. O.; Dan, H.A.; Braz, G.B.P.; Barroso, A.L.L.; et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar ao feijão-de-corda. **Global Science and Technology**, v.5, n.2, p 09-23, 2012.
- Ferreira D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2010. (SISVAR 5.3. pacote computacional).
- Fontes J.R.A.; Gonçalves, J.R.P.; Moraes, R.R. Tolerância do feijão-caupi ao herbicida oxadiazon. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.40, n.1, p.110-115, 2010.
- Fontes J.R.A.; Oliveira, I.J.; Gonçalves, J.R.P. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.12, n.1, p.47-55, 2013.
- Freire filho, F.R.; Ribeiro, V.Q.; Rocha, M. M.; Silva, K.J.D.; Nogueira, M.S.R.; Rodrigues, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina-PI: Embrapa Meio-norte, 2011. 84 p.
- Freitas F.C.L.; Medeiros, V.F.L.P.; Grangeiro, L. C.; Silva, M.G.; Nascimento, P.G.M.L.;



- Nunes, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**. v.27, n.2, p.241-247, 2009.
- Ibrahim, U.; Auwalu, B.M.; Udom, G.N. Effect of stage and intensity of defoliation on the performance of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata*) (L.) Walp). **World Journal of Agricultural Sciences**. v.6, n.4, p.460-465, 2010.
- Ishaya, D.B.; Tunku, P.; Yahaya, M.S. Effect of pre-emergence herbicide mixtures on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) at Samaru, in northern Nigeria. **Crop Protection**. v.27, n.7, p.1105-1109. 2008.
- Linhares, C.M.S.; Freitas, F.C.L.; Silva, K.S.; Lima, M.F.P.; Dombroski, J.L.D. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon+imazamox. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.41-49, 2014.
- Locatelli, V.E.R.; Medeiros, R.D.; Smiderle, O.J.; Albuquerque, J.A.A.; Araújo, W.F.; Souza, K.T.S. Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.6, p.574-580, 2014.
- Mancuso, M.A.C.; Aires, B.C.; Negrisoni, E.; Corrêa, M.R.; Soratto, R.P. Seletividade e eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Revista Ceres**, v.63, n.1, p.025-032, 2016.
- Melo S.R., Zilli J.E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.9, p.1177-1183, 2009.
- Mesquita, H.C. **Seletividade e eficácia de herbicidas em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, 2011.
- Mondal, M.M.A.; Fakin, Md.S.A.; Ismail, M. R.; Ashrafuzzaman, M. Effect of defoliation on growth, reproductive characters and yield in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Australian Journal of Crop Science**. v.5, n.8, p.987-992, 2011.
- Moreland, D.E. Biochemical Mechanisms of Action of Herbicides and the Impact of Biotechnology on the Development of Herbicides. **Journal Pesticide Science**, v.24, n.3, p.299-307, 1999.
- Nina, N.C.S. **Controle de plantas daninhas com herbicidas e efeitos da seletividade destes sobre o crescimento e produtividade de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2011. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus 2011.
- Oliveira, G.A.; Araújo, W.F.; Cruz, P.L.S.; Silva, W.L.M.; Ferreira, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.872-882, 2011.
- Oliveira, M.B.; Alves, P.F.S.; Teixeira, M.F. F.; Silva, H.D.; Sá, R.R.; Campos, R.G.C.; et al.. Fitotoxicidade de herbicidas aplicados em diferentes épocas em pós-emergência do feijão-caupi. **Revista Unimontes Científica**, v.15, n.1, jan.2013.
- Oliveira, O.M.S.; Silva, J.F.; Gonçalves, J.R. P.; Klehm, C.S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta daninha**, v.28, n.3, p.523-530, 2010.
- Silva C.M.; Ferreira L.R.; Vieira R.F. Tolerância do feijão caupi (*Vigna unguiculata* var. USA) a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. **Boletim Informativo**. 2000; 6: 16-7.
- Silva, K.S; Freitas, F.C.L.; Silveira, L.M.; Linhares, C.S.; Carvalho, D.R.; Lima, M.F.P. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-

caupi. **Planta Daninha**, v.32, n.1, p.197-205, 2014.

Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

Teixeira, I.R.; Silva, G.C.; Oliveira, J.P.R.; Silva, A.G.; Pelá, A. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista ciência agronômica**, v.41, n 2, p.300-307, 2010.